

Chương IV

QUANG HỌC SÓNG

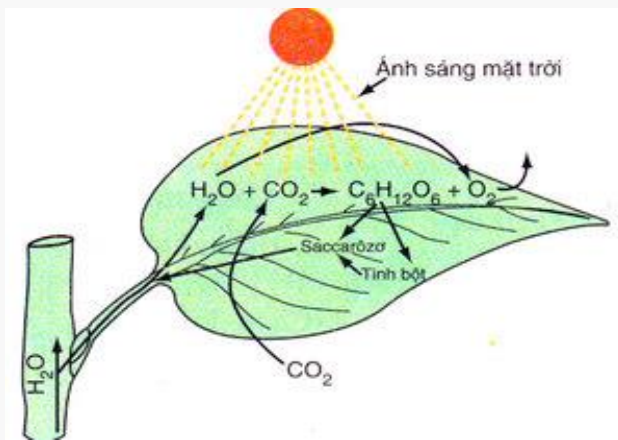
Nội dung chính

- 5.1. Bản chất sóng của ánh sáng**
- 5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng**
- 5.3. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng**
- 5.4. Sự phân cực ánh sáng**
- 5.5. Bài tập**

5.1. Bản chất sóng của ánh sáng

5.1.1. Bản chất điện từ của sóng ánh sáng

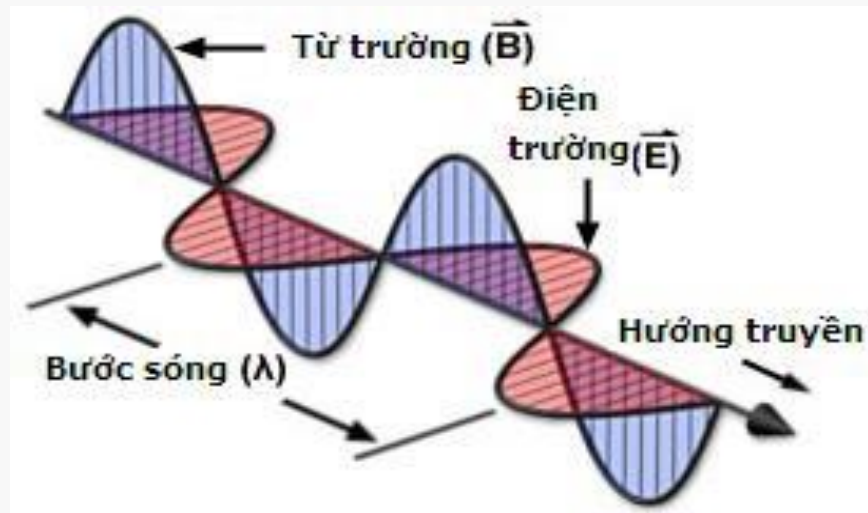
- Tính chất chung của sóng điện từ
 - ✓ Truyền trong chân không
 - ✓ với vận tốc $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 - ✓ gây hiện tượng phản xạ, khúc xạ.
- Tính chất riêng:
 - ✓ ánh sáng tác dụng lên tế bào thần kinh thị giác,
 - ✓ gây hiện tượng quang hợp...



5.1. Bản chất sóng của ánh sáng

5.1.2. Hàm sóng ánh sáng

- Ánh sáng là sóng điện từ phẳng đơn sắc, hai thành phần véc tơ \vec{E} và \vec{B} luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền.
- Dùng véc tơ dao động sáng \vec{E} để biểu diễn sóng ánh sáng.



5.1. Bản chất sóng của ánh sáng

5.1.2. Hàm sóng ánh sáng

- Giả sử ở nguồn O, phương trình dao động sáng có dạng

$$E = E_0 \cos \omega t$$

- Phương trình dao động sáng tại điểm M bất kỳ, nằm trên mặt sóng, cách mặt sóng qua O một khoảng d

$$E = E_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

5.1. Bản chất sóng của ánh sáng

5.1.3. Cường độ sáng

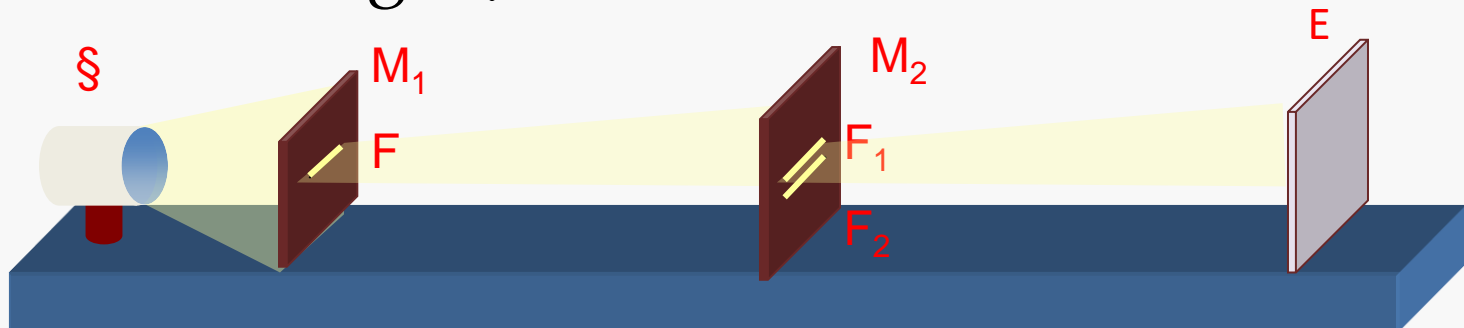
- Năng lượng dao động sáng ở điểm M nào đó sẽ tỷ lệ với bình phương biên độ dao động sáng tại đó (E^2)
- Cường độ sáng I tại một điểm M là đại lượng có trị số bằng năng lượng ánh sáng mà một đơn vị diện tích đặt tại M nhận được trong một đơn vị thời gian.

$$I = kE \quad \text{hay} \quad I \sim E^2$$

5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

5.2.1. Thí nghiệm khe Young

- Dụng cụ:
 - ✓ Đèn ánh sáng trắng
 - ✓ Màn chắn M_1 có khe hẹp F
 - ✓ Màn chắn M_2 có 2 khe hẹp F_1, F_2
 - ✓ Màn E , các tấm kính lọc sắc
- Bố trí thí nghiệm:

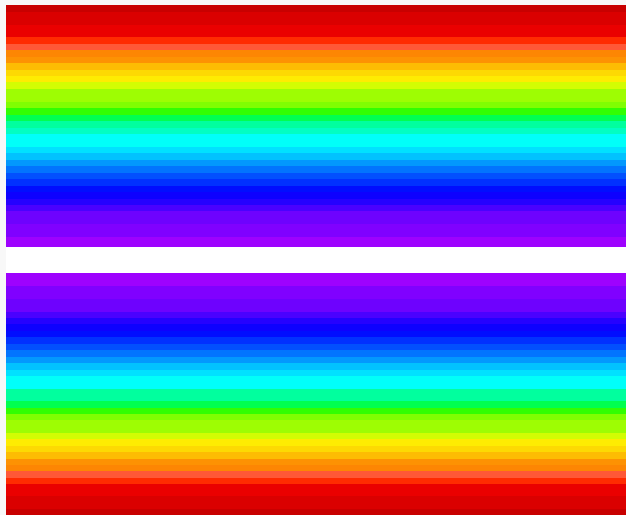


5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

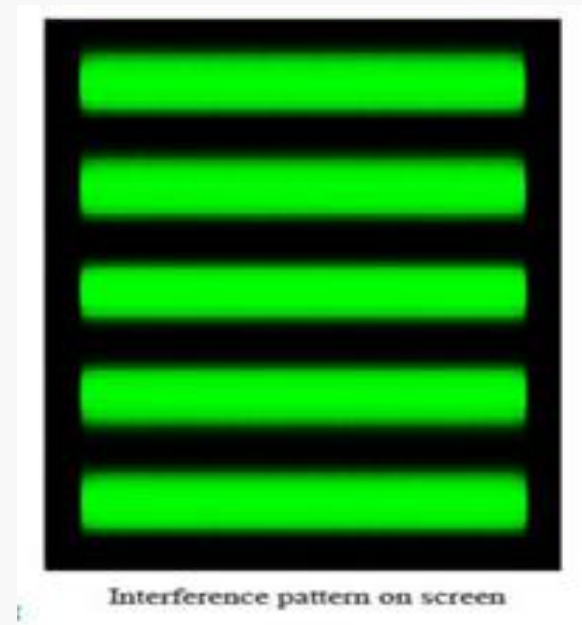
5.2.1. Thí nghiệm khe Young

➤ Kết quả thí nghiệm:

Sử dụng ánh sáng trắng



Sử dụng ánh sáng đơn sắc



5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

5.2.1. Thí nghiệm khe Young

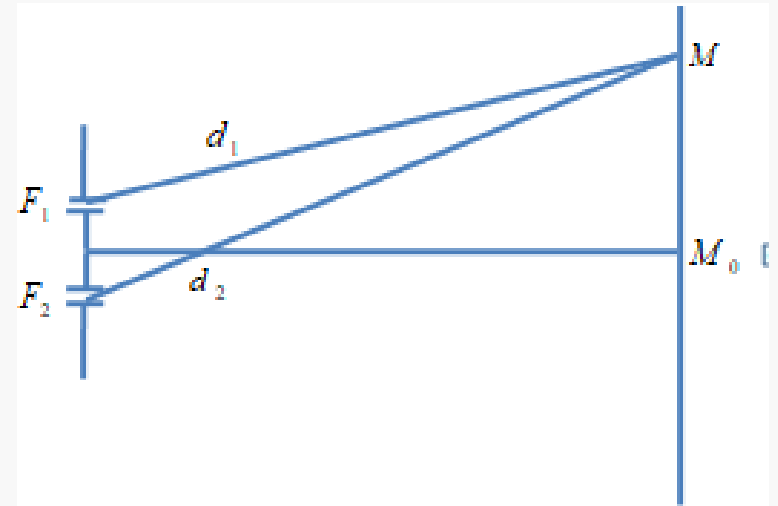
- **Hiện tượng giao thoa ánh sáng:** là hiện tượng hai hay nhiều sóng ánh sáng gặp nhau tại một miền nào đó của không gian thì miền đó xuất hiện những dải sáng tối xen kẽ nhau.
- ✓ Điều kiện xảy ra hiện tượng giao thoa: các sóng ánh sáng có cùng tần số, hiệu số pha ban đầu không đổi theo thời gian.

5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

5.2.2. Khảo sát hiện tượng giao thoa

- Phương trình dao động sáng tại F_1 và F_2 là: $S_1 = a \cos \omega t$
• $S_2 = a \cos \omega t$

- Khi tới điểm M trên màn E, cách F_1 và F_2 các khoảng cách d_1, d_2 các dao động sáng



sẽ có phương trình: $S_{1M} = a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right)$

$$S_{2M} = a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right)$$

5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

5.2.2. Khảo sát hiện tượng giao thoa

- Dao động sáng tổng hợp tại M:

$$S_M = S_{1M} + S_{2M} = 2 a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda} \right)$$

- Dao động sáng tại M có:

- ✓ Tần số góc: ω

- ✓ Biên độ: $A_M = 2 a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$

5.2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

5.2.2. Khảo sát hiện tượng giao thoa

➤ Vị trí và hình dạng vân giao thoa:

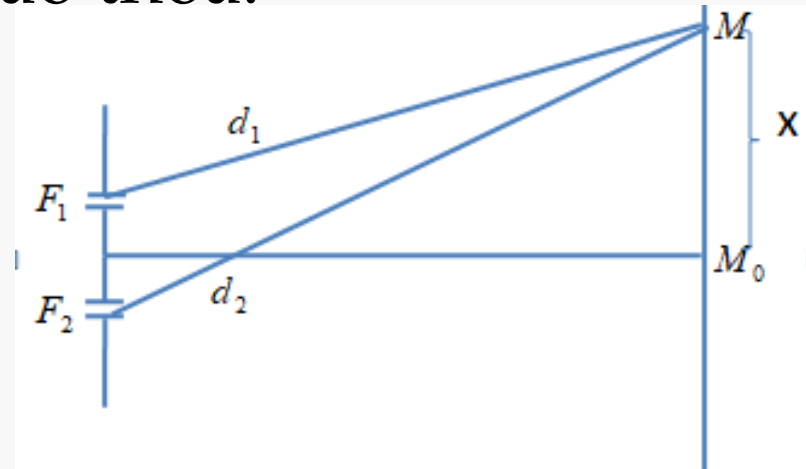
✓ Vị trí vân sáng:

$$x_s = k \frac{\lambda D}{a} \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

✓ Vị trí vân tối:

$$x_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{a} \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

✓ Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$



5.3. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

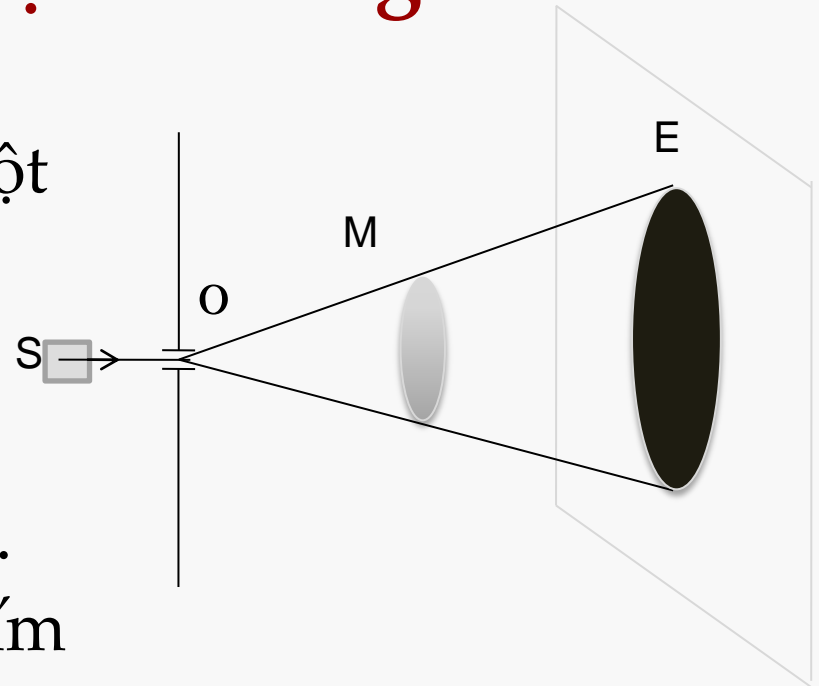
5.3.1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

➤ Thí nghiệm:

✓ Chiếu ánh sáng qua một lỗ nhỏ O (đường kính khoảng 0,5 mm), O trở thành nguồn sáng điểm chiếu lên màn quan sát E.

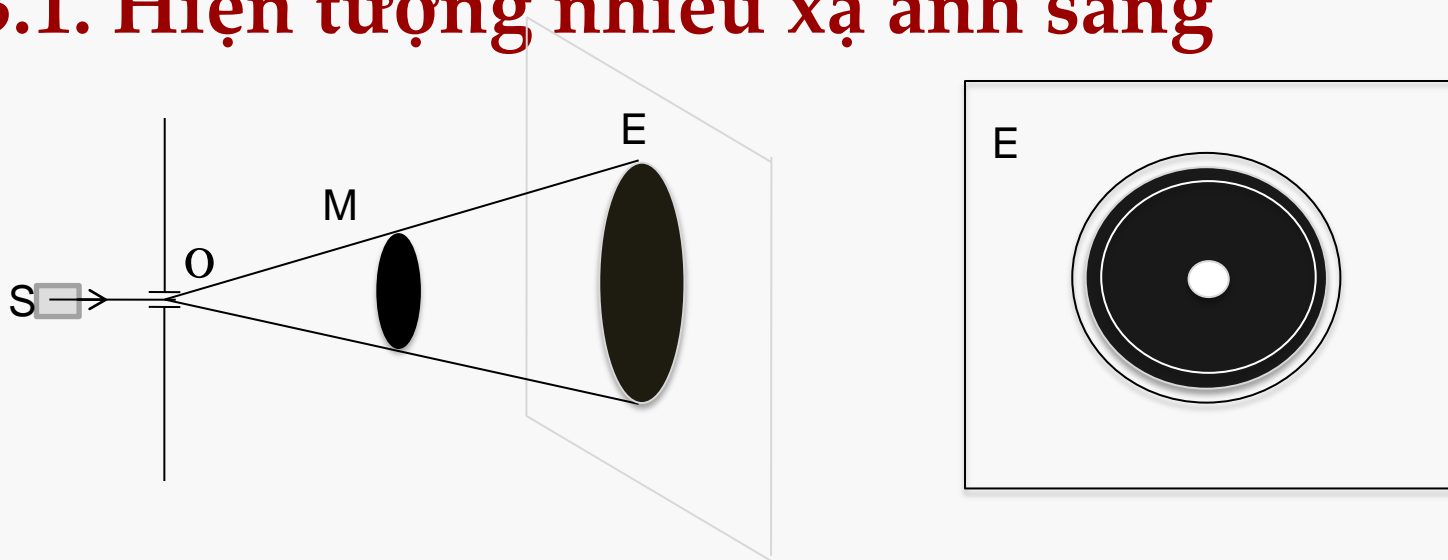
✓ Giữa O và E đặt một tấm chắn hình tròn M (đường kính vài mm).

***NX:** Theo định luật truyền thẳng thì trên màn E ta có một bóng tối hình tròn, sắc nét của M.*



5.3. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

5.3.1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng



- ✓ Thực tế dùng một kính lúp để quan sát ta lại thấy có thể ở tâm bóng tối có 1 điểm sáng
- ✓ Nếu M càng bé thì điểm này càng sáng; đồng thời miền ranh giới giữa bóng tối và vùng sáng cũng không sắc nét mà gồm nhiều vòng tròn sáng và tối xen kẽ nhau

5.3. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

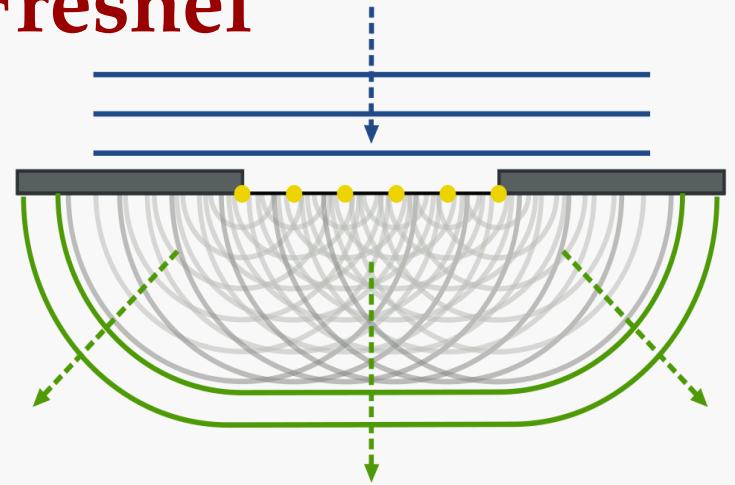
5.3.1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

Định nghĩa: hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng ánh sáng không còn tuân theo định luật truyền thẳng khi truyền qua các lỗ nhỏ hoặc gặp các vật cản nhỏ

5.3. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

5.3.2. Nguyên lý Huyghen-Fresnel

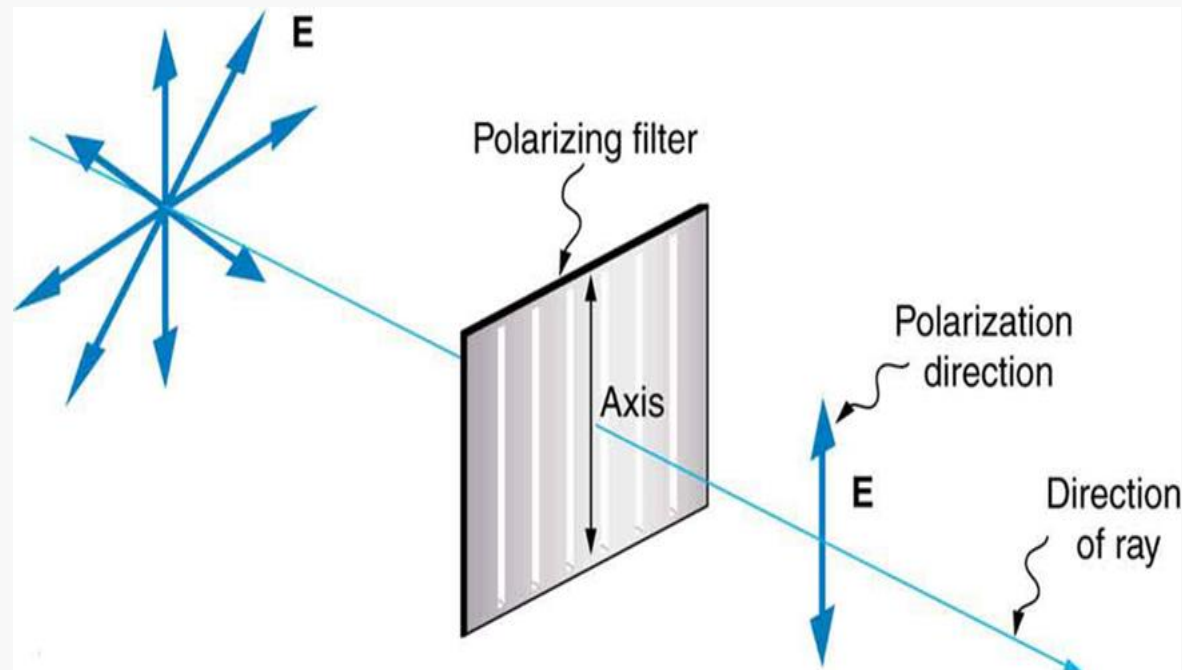
- ✓ Mỗi điểm của mặt Σ mà ánh sáng truyền đến lại trở thành một tâm phát sóng cầu thứ cấp.
- ✓ Pha của sóng thứ cấp là pha của sóng tới.
- ✓ Dao động sáng tại một điểm nào đó ngoài mặt Σ là tổng hợp của tất cả các sóng cầu thứ cấp phát đi từ mọi điểm của mặt Σ gửi tới điểm ấy.



5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng

- Tinh thể Tuamalin là tinh thể có đặc điểm cho ánh sáng có phương song song với trục tinh thể đi qua



5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng

➤ Thí nghiệm 1:

- ✓ Đặt một chùm sáng song song, hẹp chiếu vuông góc vào bản T1, đặt mắt quan sát ở phía sau
- ✓ Quay T1 quanh phương truyền sáng (T1 luôn vuông góc với chùm sáng)
- ✓ *Kết quả thấy cường độ chùm sáng không thay đổi quanh phương truyền*

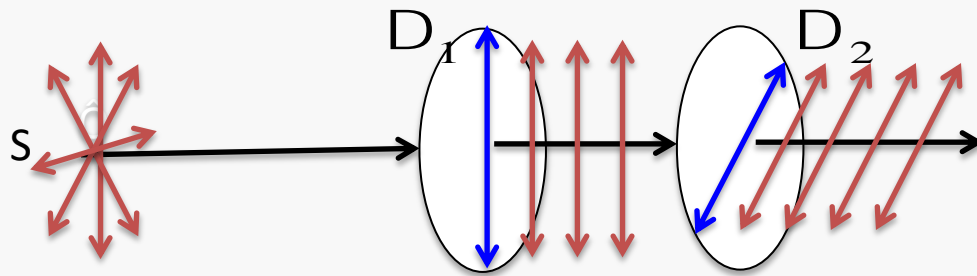
5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng

➤ Thí nghiệm 2:

✓ Sau bản T1 đặt bản T2 giống hệt T1, cố định T1, quay T2 quanh phương truyền của tia sáng. Đặt mắt sau T2 quan sát:

✓ *Kết quả thấy cường độ sáng sau T2 thay đổi một cách tuần hoàn*



5.4. Sự phân cực ánh sáng

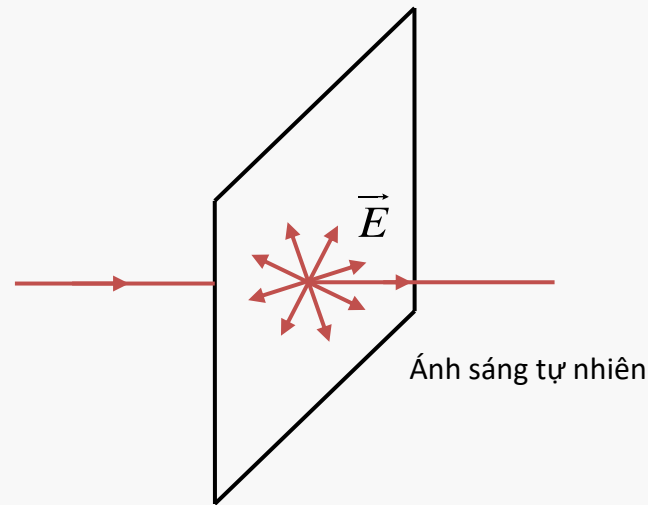
5.4.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng

- Như vậy:
 - ✓ Ánh sáng trước khi qua bản T1 có tính đối xứng tròn xoay quanh phương truyền
 - ✓ Ánh sáng sau khi qua bản T1 không còn tính đối xứng tròn xoay quanh phương truyền. Ta nói rằng ánh sáng sau T1 đã bị phân cực
 - ❖ Bản T1 gọi là kính phân cực
 - ❖ Bản T2 gọi là kính phân tích

5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.2. Ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực

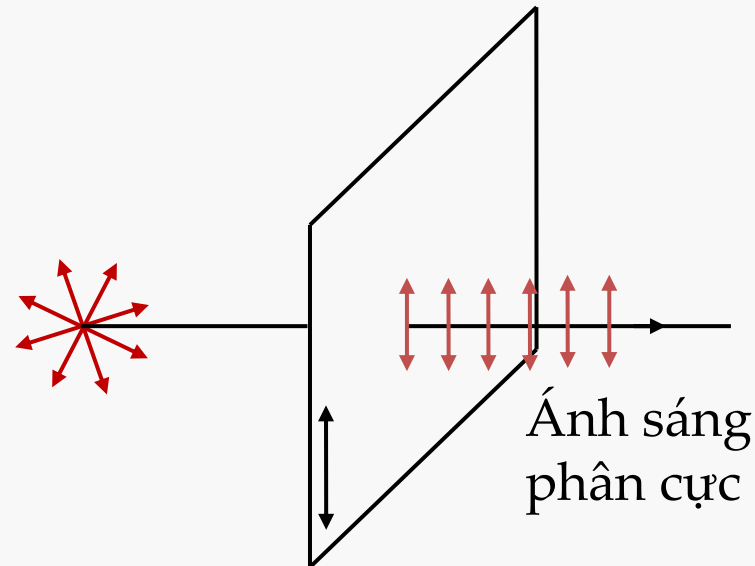
- **Ánh sáng tự nhiên:** là ánh sáng mà véc tơ dao động sáng có đủ mọi phương trong mặt phẳng vuông góc với phương truyền và có biên độ bằng nhau.



5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.2. Ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực

- **Ánh sáng phân cực toàn phần:** là ánh sáng mà véc tơ dao động sáng chỉ có một phương duy nhất.

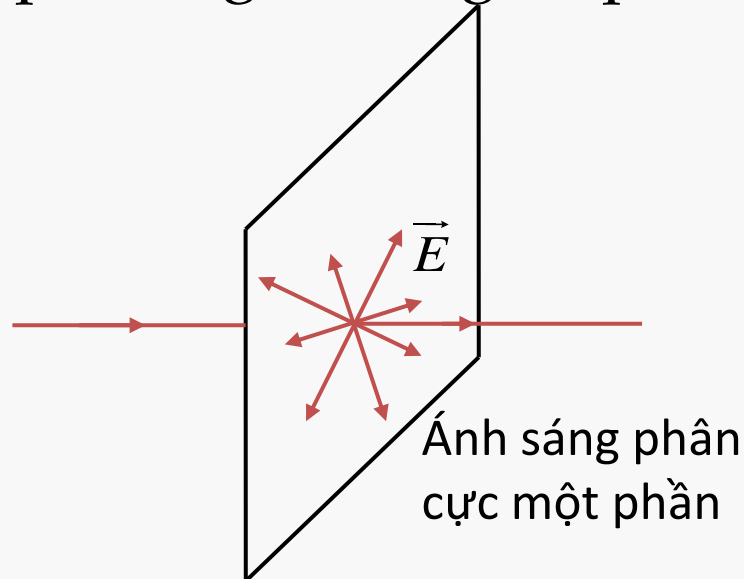


5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.2. Ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực

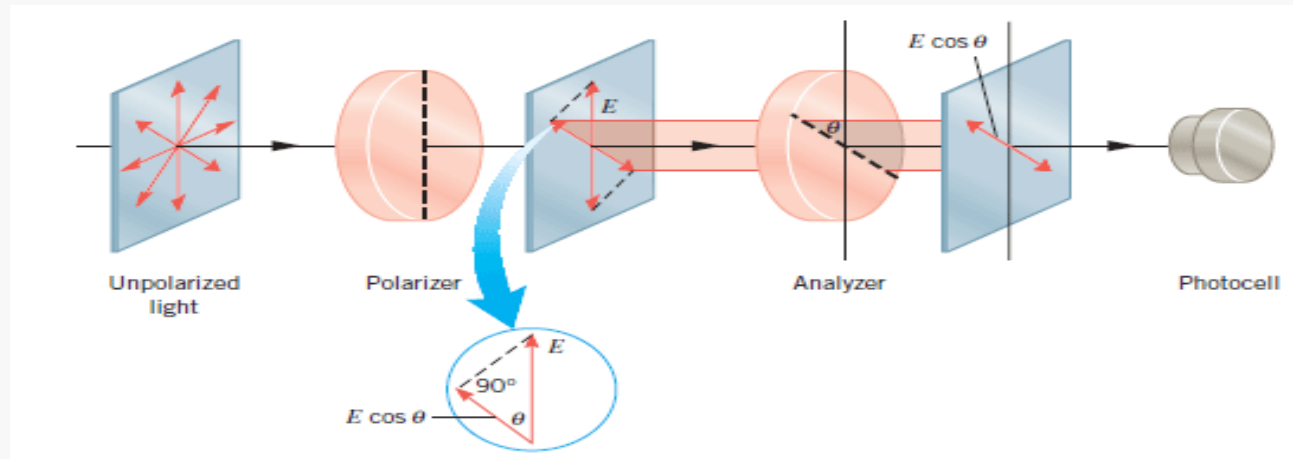
➤ Ánh sáng phân cực một phần:

- ✓ Một số môi trường gây ra hiện tượng phân cực một phần, tức là vẫn cho ánh sáng tự nhiên đi qua theo mọi phương, nhưng có phương nhiều, phương ít.



5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.3 Định luật Malus



- Giả sử ta đặt kính phân cực và kính phân tích sao cho góc giữa hai trục tinh thể Δ_1 và Δ_2 của chúng là θ
- E_1 là biên độ của véc tơ dao động sáng ra khỏi kính phân cực vào kính phân tích, biên độ của véc tơ dao động sáng đi qua kính phân tích sẽ là:

$$E_2 = E_1 \cos \theta$$

5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.3 Định luật Malus

- Do cường độ sáng tỷ lệ với bình phương biên độ véc tơ dao động sáng nên:

$$I_2 \sim E_2^2 = E_1^2 \cos^2 \theta$$

hay
$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta$$

Trong đó:

I_0 : cường độ sáng tự nhiên tới kính phân cực.

I_1 : cường độ sáng qua kính phân cực

I_2 : cường độ sáng qua kính phân tích.

Chú ý: $I_1 = \frac{1}{2} I_0$

5.5. Bài tập

- **Lý thuyết**

- Hiện tượng giao thoa ánh sáng là gì? Điều kiện để có giao thoa ánh sáng.
- Trình bày thí nghiệm và khái niệm hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.
- Nêu khái niệm và hình vẽ mô tả: ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực. Viết biểu thức và phát biểu định luật Malus về phân cực ánh sáng

5.4. Sự phân cực ánh sáng

5.4.3 Định luật Malus

Định luật Malus

Cường độ ánh sáng qua kính phân cực và kính phân tích tỷ lệ với $\cos^2 \theta$, trong đó θ là góc giữa hai trục tinh thể của hai kính

5.5. Luyện tập

- **Bài tập**

Bài 1 Thực hiện thí nghiệm giao thoa khe Young, trong môi trường không khí, khoảng cách giữa hai khe sáng là 4mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m, người ta xác định được khoảng cách giữa hai vân sáng bậc 5 cách nhau là $a = 3\text{mm}$. Xác định:

- a) Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm.
- b) Vị trí M trên màn quan sát cách vân trung tâm 1,5mm là sáng hay tối.

ĐS: a) $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ b) tại M có vân sáng thứ 5

5.5. Luyện tập

- **Bài tập**

Bài 2 Góc giữa quang trục của kính phân cực và kính phân tích phải bằng bao nhiêu để cường độ ánh sáng tự nhiên sau khi đi qua 2 kính đó giảm đi 4 lần. Biết cường độ ánh sáng qua kính phân cực chỉ bằng nửa cường độ ánh sáng tự nhiên.

$$\text{ĐS: } \alpha = 45^{\circ}$$

5.5. Luyện tập

- **Bài tập**

Bài 3 Góc hợp bởi hai kính phân cực và kính phân tích là α . Cho một chùm sáng tự nhiên lần lượt truyền qua 2 kính. Cho biết 2 kính cùng hấp thụ và phản xạ 8% cường độ chùm sáng đập vào chúng. Sau khi truyền qua kính phân tích cường độ ánh sáng bằng 9% cường độ ánh sáng tự nhiên tới kính phân cực. Xác định góc α ?

$$\text{ĐS: } \alpha = 62^{\circ}32'$$